

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 27720081152877

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

广义距估计下 Wald 检验有限样本性质的改进

Improvement in Finite-Sample Properties of GMM-Based
Wald Tests

陈 齐 辉

指导教师姓名: 任 宇 助理教授

专 业 名 称: 金 融 学

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

由于广义矩估计 (Generalized Method of Moments, GMM) 的众多优点, GMM 在金融学、宏观经济学、微观经济学等实证问题研究中被广泛使用。相对于极大似然估计 (Maximum Likelihood Estimation, MLE), GMM 无须对数据的分布特征进行假设, 且 GMM 的计算量相对来说较小。在 GMM 估计中, Wald 检验经常被用来行使假设检验, 来检验模型中参数的性质。这是因为相对于似然比检验 (Likelihood-ratio Test) 统计量和测试成绩检验 (Score Test) 统计量, Wald 检验统计量的计算最为简单。但是, 近来大量文章指出, GMM 估计和假设检验在有限样本下有严重的偏差问题。在有限样本下, 估计量严重地偏离了其真实值, 且在原假设成立情况下包括 Wald 在内的检验统计量被过多地拒绝。就此, 1996 年 7 月 Journal of Business & Economic Statistic 发表了关于这方面问题专刊的文章, 同时大量的方案被提出用来改进 GMM 的有限样本性质。其中, Burnside 和 Eichenbaum (1996) 指出基于 GMM 的 Wald 检验的有限样本性质问题主要是由协方差矩阵(权重矩阵)估计的偏差引起的。本文试图通过压缩估计方法 (Shrinkage Method) 来减少协方差矩阵的估计误差, 进而改进 Wald 检验的有限样本性质。此方法有助于我们更好地对投资组合进行的均值方差分析 (Mean-variance Analysis), 比较不同投资组合的夏普指数 (Sharpe Ratio) 进而更准确地选择出有效投资组合。

本文首先通过公式推导证明, 得出矩阵的压缩估计方法, 并证明其一致性 (Consistency)。接着, 利用蒙特卡罗模拟实验来提出问题, 指出问题的所在, 并解决问题。实验的数据主要是基于一个简单的高斯 (Gaussian) 数据生成过程, 本文指出 Wald 检验的有限样本问题主要是协方差矩阵估计偏差造成的; 其次, 作者通过利用压缩估计方法来提高协方差矩阵的估计精度, 并在一定程度上改善了 Wald 检验的有限样本性质; 另外, 实验结果显示, 本文的方法相对于 Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法(直接利用原假设和数据特称的信息)具有优越性。最后, 在实证应用部分, 我们利用 Fama-French 投资组合的历史数据, 得出利用样本协方差矩阵来构造有效边界组合有时是不对的, 而利用本文的方法来检验比较不同投资组合的夏普指数, 并采用压缩方法估计量来计算 Wald 检验统计量能让我们更好地判断投资组合的有效性。

关键词: 协方差矩阵; 压缩估计方法; Wald 检验

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Generalized method of moments (GMM) estimation developed by Hensen (1982) has become one of the most widely used methods of estimation for models in economics and finance, and simple Wald-type tests are commonly used to test the models' implications for the parameters in GMM procedure. The reasons to believe that GMM-based Wald test is a popular test for restrictions of the parameters are not only that GMM estimation has advantages in terms of robustness of its distributional assumptions, but also that Wald statistic can be easily computed. In comparison with Maximum Likelihood approaches, GMM need not to completely specify the data's distributional properties. From a computational point of view, it is less demanding than Maximum Likelihood approaches. Thus there is a wide adoption of GMM method in the real study; least squared method and two stage least square methods are two special versions of GMM method. But many studies in the past 20 years showed that there are serious finite-sample problems in GMM test and hypothesis. To alleviate the finite sample problem, several proposals have been put forward in the July 1996's special issue of Journal of Business & Economic Statistics.

As we know, the theory available for conducting inference with Wald-type tests is asymptotic. And several studies concerning the finite-sample accuracy of the asymptotic theory provide that the existing asymptotic is not a good approximation to various aspects of the finite-sample behavior of GMM-based Wald statistics. Burnside and Eichenbaum (1996) found that the poor performance of GMM-based Wald tests in finite samples is mainly due to the difficulty in estimating the covariance matrix. This article proposes to improve the finite-sample properties of GMM-based Wald tests by applying the shrinkage method to estimate the covariance matrix. The superiority properties of shrinkage estimation for covariance matrix are established. In the simulation study, the results show that this method substantially improves the properties of the Wald statistics in finite samples under a simple Gaussian data-generating process. In addition, the shrinkage method is superior to the method that imposes the prior information on the the calculation of test statistics directly. An application to Fama-French portfolios data indicates that sample variances cannot really reflect the true ones, and that it is not convincing to use sample variances to construct frontier efficient portfolios. And the proposed method in this article is helpful in assessing the efficiency of the portfolios by comparing their Sharpe ratios.

Key Words: Covariance Matrix; Shrinkage Method; Wald Test

厦门大学博士论文摘要库

目 录

摘要	I
Abstract	III
第一章 序言及文献综述.....	1
第二章 矩阵的压缩估计方法	7
2.1 矩阵的压缩估计方法	7
2.2 协方差矩阵的压缩估计方法.....	9
2.2.1 线性因子模型作为压缩模型.....	9
2.2.2 对角阵为压缩目标	12
第三章 基于简单高斯数据生成过程的分析.....	15
3.1 数据生成过程	15
3.2 GMM的估计和假设检验	16
3.3 协方差矩阵的不同估计方法.....	17
3.4 协方差矩阵的不同压缩估计方法.....	19
3.4.1 S_0 的压缩方法估计	19
3.4.2 D_0 的压缩方法估计	21
3.5 蒙特卡罗模拟实验及结果分析	23
3.5.1 Wald检验的检验水平.....	23
3.5.2 Wald检验的功效.....	26

3.5.3 稳健性和优越性	27
第四章 一个金融市场数据的应用	31
4.1 均值方差分析的应用与问题.....	31
4.2 基于GMM的Wald检验	32
4.3 协方差矩阵的压缩估计方法.....	33
4.4 实证结果	34
4.4.1 数据	34
4.4.2 结果分析	35
第五章 结论	39
参考文献	41
致谢	43

第一章 序言及文献综述

从1982年Hansen提出广义矩估计(Generalized Method of Moments, GMM)开始, 由于其优越性GMM已经在经济与金融研究中得到广泛的应用, 而且Wald检验统计量最常被用来检验模型中参数的性质。例如, 在研究经济周期(Business Cycles)方面, Christiano和Eichenbaum (1992)利用Wald检验来比较基于模型的二阶矩与非模型的二阶矩, 得出认为通过允许政府消费冲击来影响劳动力市场流动性的真实经济周期(Real Business Cycle, RBC)模型, 可以有效地解释工作时间与工资之间的弱相关性; Burnside和Eichenbaum (1994)利用同样的方法说明通过允许变动的资本利用率可以让真实经济周期模型更好地解释二战后美国宏观经济数据的一些重要特征。在资产定价模型研究方面, Mackinlay和Richardson (1991)提出在GMM估计框架下, 利用Wald检验来讨论在弱分布假设条件下均值方差分析的有效性; Kan和Zhang (1999)用Wald检验统计量来检验随机贴现因子模型(Stochastic Discount Factor Model)中无用因子的系数是否为零。另外, 在金融市场分析中, Wald检验被用来比较不同投资策略(如股票、投资组合、共同基金、技术分析等)的夏普指数(Sharpe Ratio), 来选择最优的投资策略。可参见, Jobson和Korkie (1981), Memmel (2003)以及Ledoit和Wolf (2008)。

但是, 大量学者注意到, 现存有关利用Wald检验作统计推断的理论都是建立在大样本下的, 即为渐进性理论(Asymptotic Theory)。而我们所能得到的数据通常是有限的, 即数据样本是有限的。就此, 很多学者就渐进性理论是否能够适用于有限样本下的统计推断进行了相关研究, 纷纷指出现有的渐进性理论不能很好地逼近有限样本下Wald检验统计量各方面的性质。例如, Rothenberg (1984)发现当矩条件(Moment Condition)数目相对于样本数不是很小时, Wald检验统计量并不能在有限样本下表现出卡方分布, 即使通过Edgeworth展开来调整临界值, 问题依然存在; Anatolyev (2009)证明在同方差的线性回归中, 经典检验(包括Wald检验)的渐进性质是无效的; Kan和Zhang (1999)指出在检验随机贴现因子模型中无用因子的系数是否为零时, Wald检验过多地拒绝系数为零的原假设; Bekaert和Hodrick (2001)利用GMM估计研究了利率期限结构和美元外汇交易市场的预期假说(Expectation Hypothesis), 并指出Wald检验过分地拒绝原假设; Christiano和den Haan (1996)评估了由Christiano和Eichenbaum (1992)提出

的用于检验真实经济周期模型对经济数据拟合度的Wald检验的小样本性质，并指出Wald检验的渐进性理论不适用于小样本的情况；Burnside和Eichenbaum (1996)用实验证明了在小样本下，基于GMM的Wald检验的样本检验水平大大地超过了渐进水平(Asymptotic Size)，并且偏离程度随着原假设的数目增加而增加。

事实上，在相关的计量经济学期刊中，大量的文献指出基于GMM的其他检验的渐进性理论在有限样本下的表现同样也很差。如可参见，Ferson和Foerster (1994)，Ahn和Gadarowski (2004)等。另外，也有大量的文章指出GMM估计量的误差在有限样本下也是比较大的。可参见，如Andersen和Sørensen (1996)，Hansen，Heaton和Yaron (1996)，Christiano和Haan (1996)以及Journal of Business & Economic Statistics 1996年7月特刊的其他文章。由于计算基于GMM的检验统计量要利用到GMM估计量，故很多学者将此作为基于GMM的检验统计量有限样本性质差的一个重要原因。

相对于其他参数检验方法以及GMM下其他的检验方法，改进GMM下Wald检验统计量的有限样本性质具有重要的意义。这主要是因为GMM下Wald检验比较受欢迎，原因有两点：一是因为GMM在对于数据的分布特征假设方面要求较低，无须知道分布类型；二是在GMM框架下，相对于其他检验统计量，Wald检验统计量的计算较为容易。与极大似然估计(Maximum Likelihood Estimation, MLE)比较，GMM不需要对数据的分布函数进行假定。从计算量上看，GMM显得更为简单一些。事实上，最小二乘法(Least Squared Method)和两阶段最小二乘法(Two Stage Least Square Method)为GMM方法的两个特例。另外，Wald检验相对于似然比(Likelihood Ratio)检验和拉格朗日乘数检验(Lagrange Multiplier Test, 或Score Test)，虽然Engle (1984)证明了他们是渐进等价的，但是Wald检验统计量的计算更为简单些。因此，改进GMM下Wald检验的有限样本性质的意义是重大的。

为了试图解决GMM下Wald检验统计量小样本性质差的问题，许多方法和建议被发表在Journal of Business & Economic Statistics 1996年7月的特刊。例如，Hansen，Heaton和Yaron (1996)建议利用连续更新的估计量来代替传统的GMM估计量；Andersen和Sørensen (1996)强调认为在样本数目较小或不小时，在进行GMM估计时不应该使用过多的距条件。另外，Bootstrap方法同样也被用于改进基于GMM的检验统计量的有限样本性质。可参见，

如, Hall 和 Horowitz (1996)。但至此, 还有没有万能的方法来解决这种小样本问题。

另外, Burnside 和 Eichenbaum (1996) 实验证明了 GMM 下 Wald 检验的有限样本问题主要是由残差项协方差矩阵的估计偏差造成的, 并指出利用关于这个协方差矩阵的先验信息有利于改善 Wald 检验统计量的小样本性质。他们指出两个重要的信息来源, 一是所研究的经济理论, 二是原假设的信息。然而, 在现实当中, 学者很难从经济模型中攫取出大量有用的信息, 同时由于不知道原假设是否正确, 因此来自于原假设的信息是不可靠的。总而言之, 这些信息是有限的, 或者有时是不可靠的。另外, 错误的信息或者少量信息可能会扭曲结果或者使结果变得更糟。因此, Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法是不实际的。

在本文中, 作者同样通过提高协方差矩阵估计的精确度, 进而改进基于 GMM 的 Wald 检验的有限样本性质。首先, 作者利用实验证明了 Wald 检验计量的有限样本性质差的主要原因是协方差矩阵估计差造成的; 当用协方差矩阵的真实值来计算 Wald 检验统计量时, 检验水平的偏差将会消失。其次, 根据 Ren 和 Shimotsu (2009), 作者通过利用压缩估计方法 (Shrinkage Method) 来得到协方差矩阵的更加精确估计。利用该协方差矩阵估计量大大地改进了 GMM 下 Wald 检验的有限样本性质。压缩方法与 Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法都通过借助先验信息来估计协方差矩阵, 它们的区别是压缩方法能过滤掉错误的信息进而达到一个更精确的估计, 而 Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法不管信息是否正确都直接利用。因此, 当信息不足或者信息有误时, 压缩估计方法就显示出其优越性。

本文采取的压缩估计方法能更精确地估计协方差矩阵。众所周知, 样本协方差矩阵作为协方差矩阵的一个无偏估计量, 并没有使均方误差最小化, 不是最优的估计量。Stein (1975) 指出对样本协方差矩阵向一个结构估计 (Structure Estimate) 压缩可以得到一个更精确的估计, 即对样本协方差矩阵和结构估计取权重平均。从那之后, 基于不同测度的压缩估计被提出, 如, Dey 和 Srinivasan (1985), Yang 和 Berger (1994) 等。压缩估计方法通过利用先验信息来改进原先估计量的精确度。Ledoit 和 Wolf (2004) 通过对高维样本协方差矩阵向单位矩阵压缩来得到一个可逆的和更精确的矩阵估计量。另外, 在金融应用方面, Ledoit 和 Wolf (2003) 提出对样本协方差矩阵向单因子模型的协方差矩阵压缩来得到一个更有效的矩阵估计, 并将此方法很好地应用

于投资组合选择问题 (Portfolio Selection Problem) 上。Ren 和 Shimotsu (2009) 利用多因子资产定价模型构造协方差矩阵的压缩估计, 提高协方差矩阵的估计精度, 进而改善 H-J 距离检验 (Hansen-Jagannathan Distance Test) 的小样本性质。本文提出不同的压缩目标 (Shrinkage Target) 来做协方差矩阵的压缩估计, 进而改善基于 GMM 的 Wald 检验的有限样本性质。除了根据 Ren 和 Shimotsu (2009) 的方法来构造压缩目标外, 我们还提出了对角阵 (Diagonal Matrix) 和单位阵 (Identity Matrix) 作为压缩目标。另外我们还证明了这些压缩估计量的一致性 (Consistency) 和优越性 (Superiority)。

我们设计了一个基于简单高斯 (Gaussian) 数据生成过程的蒙特卡罗模拟实验来验证理论结果。实验结果表明, 压缩估计方法能让我们得到更精确的估计量, 且这些压缩估计量都能在一定程度上改善 Wald 检验的样本检验水平 (Size), 而同时也不会损失功效 (Power)。另外, 实验结果还表明压缩估计方法比 Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法显得优越。特别是, 压缩估计方法能很好地过滤掉无用错误的信息。当我们所能借助的信息不足时, Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法就不能降低 Wald 检验的样本检验水平, 还可能会降低了检验的功效。而压缩估计方法能较有效地降低高拒绝率, 同时保证 Wald 检验的功效不会损失。而当借助的信息是错误的时候, Burnside 和 Eichenbaum (1996) 的方法扭曲了 Wald 检验的样本检验水平, 而压缩方法不会产生这样的问题。

在应用部分, 我们将上述方法用于金融市场中投资组合管理 (Portfolio Management)。众所周知, 协方差矩阵在计算均值方差最优投资组合时是非常重要的, 但协方差矩阵的真实值是未知的, 因此只能利用样本协方差矩阵来代替之。于此同时, 一些文章指出, 样本协方差矩阵的样本误差会进入到有效投资组合的权重向量中, 造成所选择的投资组合不是最优的, 即在期望收益率一样的投资组合中, 样本方差最小的投资组合未必是最有效的投资组合。因此, 投资者有必要对所构造的投资组合是否是最优的, 以及样本方差是否代表真实值等问题进行检验。我们采用 GMM 下 Wald 检验来比较具有一样期望收益率投资组合的方差。文中指出, 当用协方差矩阵的压缩方法估计量来计算检验统计量时, 投资者能更好地找出一些伪有效投资组合。

本文章余下部分的内容安排如下。第二章讨论矩阵的压缩估计方法, 以及协方差矩阵不同的压缩估计方法, 第三章给出了基于一个简单高斯数据生成过程的实验分析。第四章考虑 GMM 下 Wald 检验在金融市场应用的例子, 来检验

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库